

Винахід відноситься до засобів очищення стічних вод від важких металів і може бути використаний на підприємствах хімічної, харчової, мікробіологічної та ін. промисловостях.

Відомо спосіб видалення іонів важких металів із стічних вод (Ав. св. СРСР № 1730048 А1, кл. 3 01 F 1/62; Опубл. 30.04.92. Бюл. № 16) сорбцією на залізовмісному сорбенті - клінкері цинкового виробництва.

Недолік способу в тому, що використання клінкера цинкового виробництва, призводить до забруднення води, яка підлягає очищенню, супутними хімічними реагентами.

Відомо спосіб очищення стічних вод від металів (Ав. св. СРСР № 1379252 А1, кл. 3 01 F 3/28; Опубл. 07.03.88. Бюл. № 9) який включає сорбцію пористим матеріалом, який містить мікроорганізми.

Недолік способу полягає в тому, що при цьому способі сорбція відбувається на фільтр-картоні, який підвищує вартість процесу, а також збільшує час очищення.

В основу винаходу поставлена задача створення способу очищення стічних вод від іонів міді, що дозволяє забезпечити можливість підвищення ступеня очистки висококонцентрованих стічних вод.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що очищення стічних вод від іонів міді включає обробку сорбентом. Згідно винаходу в якості сорбента використовують дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* у високоградієнтному магнітному полі протягом 5-60 хв. при значеннях рН 2-4 з напруженістю 40-560кА/м.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та очікуваним технічним результатом буде такий.

Для очищення стічних вод від важких металів перспективним є застосування магнітних полів, які дозволяють значно інтенсифікувати процес очищення, скоротити тривалість технологічного циклу, відмовитися від будівництва високооб'ємних споруджень.

Давно відомо про спроможність ряду мікроорганізмів сорбувати або акумулювати іони важких металів. Їхня клітинна оболонка, яка складається з полісахаридів, білків та ліпідів, несе на собі множини функціональних груп, спроможних зв'язувати іони металів. Після визначеного часу перебування мікроорганізмів у розчині відбувається сорбування або акумуляція іонів металу мікроорганізмами. У даний час виведення іонів важких металів мікроорганізмами є альтернативою більш дорогим і менш ефективним фізико-хімічним технологіям. Під дією високоградієнтного магнітного поля процес акумуляції іонів металу мікроорганізмами прискорюється. Це відбувається за рахунок того, що під дією магнітного поля, яке утворюється магнітною системою, виникають потоки рідини з мікроорганізмами в околі металевих елементів різної форми, розподіл швидкостей яких є однаковим по всій довжині кожного металевого елемента. Параметри потоків рідини залежать від величини площі поверхні металевих елементів, величини магнітного поля та рН середовища, а також хімічної реакції між поверхнею металевого елемента та середовища.

В зв'язку з тим, що ступінь очищення залежить від параметрів потоків рідини з мікроорганізмами, які в свою чергу залежать від величини зовнішнього магнітного поля та рН середовища, досліджували залежності руху дріжджів у потоку рідини від рН водного розчину. Дослідження проводили у водному розчині  $\text{CuSO}_4$  із дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* у межах рН = 1-5, напруженість магнітного поля 160кА/м. Отримані дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Приклад	рН розчину	Висновки щодо швидкості руху дріжджів
1	1	Спостерігається інтенсивний рух дріжджів у потоку розчину, але при цьому відбувається активна хімічна реакція між водним розчином і металевим елементом, що призводить до руйнування поверхні елемента та клітини дріжджів
2	1,5	Спостерігається інтенсивний рух дріжджів у потоку розчину.
3	2	Рух дріжджів у потоку розчину не припиняється
4	4	Рух дріжджів у потоку розчину злегка уповільнюється
5	5	Рух дріжджів у потоку розчину дуже повільний.

З таблиці видно, що рН водного розчину  $\text{CuSO}_4$  з дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* рівне 1 застосовувати не рекомендується, тому що відбувається руйнування поверхні металевого елемента та клітини дріжджів, при рН = 5 рух дріжджів дуже повільний. Оптимальне рН розчину 2-4.

Досліджували швидкість дріжджів у високоградієнтному магнітному полі в залежності від напруженості зовнішнього магнітного поля в межах 40 - 600кА/м на протязі перших 5 хв. Для дослідження швидкості використовували швидкість руху дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* з оптимальним рН 2 у розчині  $\text{CuSO}_4$ . Отримані дані наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Приклад	Напруженість зовнішнього магнітного поля, кА/м	Швидкість потоку рідини з дріжджами на протязі перших 5 хвилин (мкм/с)
1	20	3
2	40	7
3	160	13
4	560	19
5	600	23

З таблиці видно, що зміною напруженості високоградієнтного магнітного поля можна забезпечувати необхідну швидкість потоку рідини з дріжджами, але при напруженості поля 20кА/м швидкість дуже мала, а використовувати напруженість 600кА/м не доцільно, так як, щоб забезпечити напруженість магнітного поля більш ніж 560кА/м необхідні додаткові матеріальні витрати (система охолодження електромагніту та більші витрати електроенергії). При напруженості зовнішнього магнітного поля  $H \leq 560$ кА/м можливе використання недорогих постійних магнітів, що зовсім не потребує витрат електроенергії. Оптимальна напруженість магнітного поля 40-560кА/м.

Спосіб здійснюється наступним чином.

У розчин сірчанокислої міді вводили дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* у кількості 1 г АСР/л. Розчином заповнювали кювету з насадкою, яка складалася з металевих голок. Кювету витримували у магнітному полі від 5 до 60 хвилин. Визначення кількості іонів міді після сорбції проводили на мас-спектрометрі MI-1201АТ.

Приклад 1.

У розчин сірчанокислої міді вихідної концентрації іонів 50 мг/л та рН 3 вводили дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* у кількості 1 г АСР/л розчину. Розчином заповнювали кювету з насадкою, яка складалася з металевих голок. Кювету поміщали у магнітне поле з напруженістю 160кА/м протягом 5 хвилин.

Наступні приклади аналогічні описаному та відрізняються часом витримки кювети з розчином у зовнішньому магнітному полі. Отримані дані наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

№ п/п	Кількість іонів міді після сорбції, мг $Cu^{2+}$ /л	Час сорбції, хв.	Ступінь сорбції, %
1	37,3	1	17,1
2	13,5	5	70,0
3	6,9	30	84,7
4	3,4	60	92,4
5	3,4	65	92,4

Як видно з таблиці, за 1 хвилину дріжджі не встигають сорбувати мідь, максимальна кількість міді (до 70%) сорбується дріжджівною біомасою за перші 5 хвилин, останні 22% - протягом одного часу. Це свідчить, що час сорбції іонів міді з дріжджами складає 5-60хв., а прискорення за допомогою високоградієнтного магнітного поля процесу сорбції дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* дозволяє забезпечити можливість ефективного очищення висококонцентрованих стічних вод від іонів міді.

Таким чином, дані дослідження показали, що очищення стічних вод від іонів міді за рахунок акумуляції іонів важких металів мікроорганізмами значно інтенсифікується під впливом високоградієнтного магнітного поля, що дозволяє забезпечити високу ступінь очищення висококонцентрованих стічних вод.